

PCT

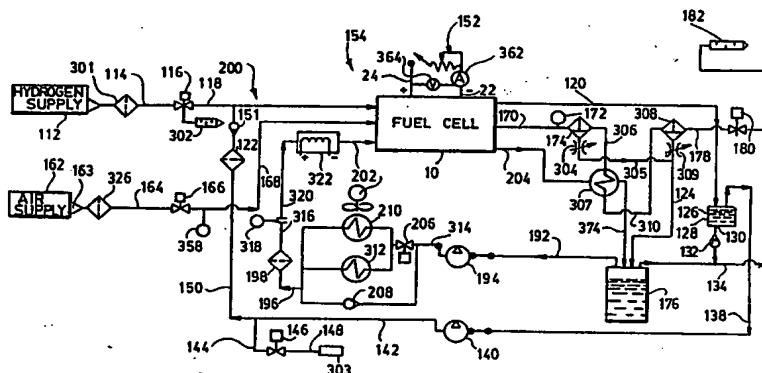
WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION  
International Bureau



INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(51) International Patent Classification <sup>5</sup> : <b>H01M 8/04</b>		(11) International Publication Number: <b>WO 93/18556</b>
A1		(43) International Publication Date: 16 September 1993 (16.09.93)
<p>(21) International Application Number: PCT/CA93/00091</p> <p>(22) International Filing Date: 12 March 1993 (12.03.93)</p> <p>(30) Priority data: 850,570 13 March 1992 (13.03.92) US</p> <p>(71) Applicant: BALLARD POWER SYSTEMS INC. [CA/CA]; 980 West 1st Street, Unit 107, North Vancouver, British Columbia V7P 3N4 (CA).</p> <p>(72) Inventors: MERRITT, Robert, D. ; 4044 West 15th Avenue, Vancouver, British Columbia V6R 3A3 (CA). BLAIR, James, D. ; 201 - 6615 Telford Avenue, Burnaby, British Columbia V5H 2Z3 (CA).</p> <p>(74) Agent: DE KOCK, Elbie, R. ; Russell &amp; DuMoulin, 1500 1075 West Georgia Street, Vancouver, British Columbia V6E 3G2 (CA).</p> <p>(81) Designated States: AT, AU, BB, BG, BR, CA, CH, CZ, DE, DK, ES, FI, GB, HU, JP, KP, KR, LK, LU, MG, MN, MW, NL, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SK, UA, European patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, SN, TD, TG).</p> <p>Published With international search report. Before the expiration of the time limit for amending the claims and to be republished in the event of the receipt of amendments.</p>		

(54) Title: CONSTANT VOLTAGE FUEL CELL WITH IMPROVED REACTANT SUPPLY AND CONTROL SYSTEM



(57) Abstract

A method and apparatus for providing a substantially constant output voltage from a fuel cell, notwithstanding output current variations, is disclosed. The voltage and secondarily the current of the cell is determined at least periodically. The pressure of the reactant gas in the fuel cell is then regulated so substantially the nominal voltage is maintained. The temperature in the fuel cell may also be regulated to maintain the nominal output voltage. Also, a method and apparatus for minimizing the parasitic power drain in an electric power generation system is disclosed. The fuel cell is fed with a reactant gas by a compressor driven by parasitic power drawn from the fuel cell. The method is carried out by determining that the output current of the fuel cell has changed, and changing one or more of the pressure, the mass flow rate and the reactant utilization ratio of the reactant in the fuel cell, thereby changing the amount of the parasitic power drawn from the electrical power output to drive the compressor.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表平7-505011

第7部門第1区分

(43) 公表日 平成7年(1995)6月1日

(51) Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	庁内整理番号
H 0 1 M 8/04	P	9444-4K
	J	9444-4K
	A	9444-4K
	T	9444-4K
	Z	9444-4K

審査請求 有 予備審査請求 有 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願平5-515206
(86) (22) 出願日	平成5年(1993)3月12日
(85) 翻訳文提出日	平成6年(1994)9月13日
(86) 国際出願番号	PCT/CA93/00091
(87) 国際公開番号	WO93/18556
(87) 国際公開日	平成5年(1993)9月16日
(31) 優先権主張番号	850,570
(32) 優先日	1992年3月13日
(33) 優先権主張国	米国 (US)

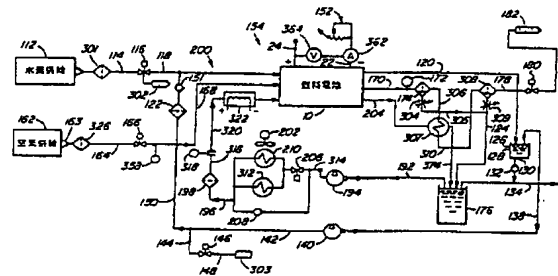
(71) 出願人	バラード パワー システムズ インコーポレイティド カナダ国, プリティッシュ コロンビア ブイ7ビー 3エヌ4, ノースバンクーバー, ユニット 107, ウェストファースト ストリート 980
(72) 発明者	メリット, ロバート デー, カナダ国, プリティッシュ コロンビア ブイ6アール 3エー3, バンクーバー, ウェスト フィフティーンズ アベニュー 4044
(74) 代理人	弁理士 石田 敬 (外3名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 改良された反応体供給と制御系を備えた一定電圧の燃料電池

(57) 【要約】

出力電流の変動があっても燃料電池から実質的に一定な出力電圧を提供する方法と装置を開示する。燃料電池の電圧と補助的に電流を少なくとも周期的に測定する。次いで規定の電圧が実質的に維持されるように、燃料電池内の反応体ガスの圧力を調節する。規定の出力電圧を維持するために燃料電池内の温度を調節することができる。また、電力発生系の寄生電力の排出を最小限にするための方法と装置を開示する。燃料電池から取り出した寄生電力によって駆動するコンプレッサーにより燃料電池に反応体ガスを供給する。この方法は、燃料電池の出力電流が変化したことを測定し、燃料電池の反応体の圧力、質量流量、反応体利用比の1種以上を変化させ、それによってコンプレッサーを駆動するために電力出力から取り出す寄生電力の量を変化させる。



## 請求の範囲

1. 少なくとも1つの燃料電池、少なくとも1種の反応体成分と随意の1種以上の不活性成分を含む前記燃料電池への反応体ガスの供給、前記燃料電池からの反応体ガスの排出、及び電圧と電流によって特徴づけられる電気出力を含む電力発生系における反応体ガスの使用を調節する方法であって、次の過程を含んでなる方法:

A. 前記燃料電池について反応体利用率を選択し、前記比は、単位時間あたり前記反応体の供給に送った反応体成分の量を、単位時間あたり前記燃料電池で消費された反応体成分の量で割った値と定義し、

B. 選択した反応体利用率を提供することができる、燃料電池を過る反応体ガスの質量流量を定め、

C. 反応体ガス供給における反応体ガスの実際の質量流量と、前記燃料電池の出力電流を測定し、

D. 出力電流と前記反応体ガス供給で測定した質量流量にตอบสนองして、前記燃料電池の反応体ガス排出における反応体ガスの質量流量を調節し、前記定めた質量流量を実質的に維持する。

2. 前記反応体の成分が酸素である請求の範囲第1項に記載の方法。

3. 前記反応体ガスが空気である請求の範囲第1項に記載の方法。

4. 前記反応体の成分が水素である請求の範囲第1項に記載の方法。

5. 前記反応体ガスが、水素ガス、天然ガスをリホームート、メタノールリホームート、これらの組み合わせ、及びこれらの再循環物からなる群より選択された請求の範囲第1項に記載の方法。

6. 前記燃料電池の出口で受けた反応体成分の少なくとも一部を

力出力から取り出す前記寄生動力の量を変化させる。

11. 過程Bが、前記出力電流の変化にตอบสนองして、前記燃料電池の反応体の反応体利用率を実質的に一定に維持しながら圧力と質量流量を変化させることを含み、それによって前記コンプレッサーを駆動させるために前記電力出力から取り出す前記寄生動力の量を変化させる請求の範囲第10項に記載の方法。

12. 過程Bが、前記出力電流の変化にตอบสนองして、前記燃料電池の反応体の圧力、質量流量、及び反応体利用率を変化させることを含み、それによって前記コンプレッサーを駆動させるために前記電力出力から取り出す前記寄生動力の量を変化させる請求の範囲第10項に記載の方法。

13. 次の構成成分を含んでなる出力電力が可変性の電力発生装置:

A. 反応体成分と随意の不活性成分を含む反応体ガスの供給、反応体ガスの排出、及び反応体成分を反応させて電圧と電流によって特徴づけられる出力電力を生成するための装置を含む少なくとも1つの燃料電池、

B. 所望の反応体成分の利用率を提供することができる反応体ガスの質量流量を決定するための装置であり、前記比は単位時間あたり反応体ガスの供給に送られた前記反応体ガスの量を、単位時間あたり前記燃料電池で消費された前記反応体ガスの量で割った値と定義し、

C. 前記燃料電池の出力電流を測定するための電流検出器であり、前記検出器は測定した電流の信号を発生し、

D. 反応体ガスの質量流量を測定するための、前記燃料電池の反応体ガス供給における質量流量検出器であり、前記質量流量検出器は測定した質量流量の信号を発生し、

前記燃料電池の供給に再循環する過程をさらに含む請求の範囲第1項に記載の方法。

7. 前記燃料電池内の反応体ガスを所定の圧力に維持する過程をさらに含む請求の範囲第1項に記載の方法。

8. 少なくとも1つの燃料電池、反応体ガスの前記燃料電池への供給、前記燃料電池からの反応体ガスの排出、及び電圧と電流によって特徴づけられる出力を含む電力発生系において、出力電流の変動にもかかわらず実質的に一定な出力電圧を提供する方法であって、次の過程を含んでなる方法:

A. 前記燃料電池について規定の出力電圧を選択し、

B. 前記燃料電池の電気出力から送られる実際の電圧と随意の電流を少なくとも周期的に測定し、

C. 電圧にตอบสนองし及び電気出力の電流に随意にตอบสนองして前記燃料電池内の反応体ガスの圧力を調節し、前記規定の電圧を電気出力において実質的に維持する。

9. 電気出力の電圧と随意の電流にตอบสนองして、前記燃料電池の温度を調節する過程をさらに含み、前記規定の電圧を電気出力において実質的に維持する請求の範囲第8項に記載の方法。

10. 可変電力出力、燃料電池への反応体ガス供給、前記燃料電池内の反応体ガスを加圧するために前記電力出力から取り出した寄生動力によって駆動させるコンプレッサーを有する少なくとも1つの燃料電池を含む電力発生系において寄生動力の取り出しを最小限にする方法であって、次の過程を含んでなる方法:

A. 前記燃料電池の出力電流が変化したことを測定し、

B. 前記出力電流の変化にตอบสนองして、前記燃料電池の反応体の圧力と反応体利用率を実質的に一定に維持しながら質量流量を変化させ、それによって前記コンプレッサーを駆動させるために前記電

E. 反応体ガスの決定した質量流量を維持するための前記燃料電池の前記反応体ガス出口におけるバルブであり、前記バルブは前記測定した電流信号と前記測定した質量流量信号にตอบสนองする。

14. 反応体ガスが反応体ガス出口を出るときに反応体ガスの中に水蒸気が存在し、反応体の流れから水を回収するために前記反応体ガスの下流に提供した回収装置をさらに含み、前記反応体ガス出口における前記バルブは前記回収装置の下流に位置する請求の範囲第13項に記載の電力発生装置。

15. 次の構成成分を含んでなる電圧調節式で電流可変性の電力発生装置:

A. 電圧と電流を特徴とする電気出力と反応体ガス供給を含む少なくとも1つの燃料電池

B. 前記装置の出力電圧を所定のレベルに維持することができる、前記燃料電池内の反応体ガスの圧力随意のを決定するために前記燃料電池の出力電圧と随意の出力電流にตอบสนองする装置

C. 前記燃料電池内の反応体ガスの決定した圧力を実質的に維持するための装置。

16. 次の構成成分を含んでなる電力出力可変性の電力発生装置:

A. 電圧と電流を特徴とする電気出力と反応体ガス供給を含む少なくとも1つの燃料電池

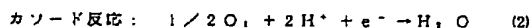
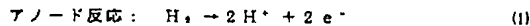
B. 前記燃料電池内の反応体ガスを加圧するための、前記電力出力から取り出した寄生電力によって駆動するコンプレッサー

C. 前記燃料電池の前記出力電流の変化にตอบสนองして、前記燃料電池内の反応体ガスの反応体利用率、圧力、及び質量流量の少なくとも1種を変化させ、それによって前記コンプレッサーを駆動させるために前記電力出力から取り出す前記寄生電力の量を変化させる装置。

17. 反応体ガスを入れるための反応体ガスの入口、反応体ガスを排出するための反応体の出口、電圧と電流を特徴とする電気出力を有する少なくとも1つの燃料電池を含む電力発生装置において反応体ガスの圧力と質量流量を同時に調節するための装置であって、次の構成成分を含んでなる装置:

- A. 前記反応体ガスの入口で所定の圧力に反応体ガスを維持するための装置
- B. 前記の出力電流を測定するための装置
- C. 前記反応体ガスの入口で反応体ガスの質量流量を測定するための装置
- D. 前記測定した出力電流と前記測定した質量流量に応答して、前記燃料電池の反応体出口において反応体ガスの質量流量を調節するための装置。

反応し、アニオンを生成する。カソードで生じたアニオンは、膜を通った水素イオンと反応し、反応生成物として液体の水を生成する。このような燃料電池におけるアノードとカソードでの反応は次の式(1)と(2)に示される。



固体燃料電池は一般に、多孔質の導電性シート材料で作成された2つの電極間に配置されたイオン交換膜又は固体ポリマー電解質からなる膜電極アセンブリ(MEA)を含む。電極は典型的に炭素繊維ペーパーで形成し、一般にポリテトラフルオロエチレンのような疎水性ポリマーで含浸又はコーティングする。MEAは、望ましい電気化学反応を起こすために各々の膜/電極の界面に触媒層を含む。微細に分割した白金触媒を典型的に使用する。MEAを順次に2つの導電性プレートの間に配置し、各々はその中に彫った又は削った少なくとも1つの流路を有する。これらの流体フローフィールドプレートは典型的にグラファイトで作成される。流路は燃料と酸化剤をそれぞれの電極、即ち燃料側のアノードと酸化剤側のカソードに導く。電極は電気的に接続され、電極間に電子を通ず道を提供する。

単一電池の配置において、流体フローフィールドプレートを各々のアノードとカソードの面の上に施す。このプレートは集電体として作用し、電池の支持を提供し、燃料と酸化剤の各々のアノードとカソードの表面への出入りチャンネルを提供し、電池の操作の間に生成した水の除去のためのチャンネルを提供する。

アセンブリの全体の出力を上げるために2以上の燃料電池を直列又は並列で一緒に接続することができる。このような配置において、燃料電池は典型的に直列に接続する。所与のプレートの面の1

改良された反応体供給と制御系を備えた一定電圧の燃料電池

#### 技術分野

本発明は電気化学燃料電池に関する。より詳しくは、本発明は優れた反応体の供給と制御系を有する電力発生装置を基礎にする燃料電池に関する。

#### 発明の背景

電気化学燃料電池は、電池内で燃料の酸化により、燃料から取り出した化学エネルギーを直接電気エネルギーに変化させて電気エネルギーを発生させる。典型的な燃料電池はアノード、カソード、及び電解質を含む。燃料と酸化剤をそれぞれアノードとカソードに供給する。アノードにおいて燃料は電極材料に浸透し、アノード触媒層で反応してカチオンを形成し、カチオンは電解質を通過してカソードに移動する。カソードで酸化剤(例、酸素又は酸素含有ガスの供給)はカソード触媒層において反応し、アニオンを形成する。カソードで生成したアニオンはカチオンと反応し、反応生成物を生成する。燃料電池は使用可能な電流を発生し、反応生成物は電池から取り出す。

水素を燃料として、酸素を含む空気(又は純粋な酸素)を酸化剤として使用する電気化学燃料電池において、アノードでの触媒反応は燃料供給から水素カチオンを生成する。イオン交換膜が水素イオン(プロトン)のアノードからカソードへの移動を容易にする。水素カチオンの誘導の他に、膜は、水素燃料の流れを、酸素含有空気を含む酸化剤の流れから隔てる。カソードで酸素は触媒層において

つは1つのセルのアノードプレートとして役立ち、プレートの他の面は隣のセルのカソードプレートである。このような直列に接続した多数燃料電池の配置は燃料電池スタックと称され、通常は引棒又はエンドプレートで支持する。

スタックは典型的に、燃料(実質的に純粋な水素、メタノールリホームート、天然ガスリホームート)と酸化剤(実質的に純粋な酸素又は酸素含有空気)をアノードとカソードのフローフィールドチャンネルに導くための供給マニホールド又は入り口を含む。排気マニホールド又は出口は、未反応の燃料と酸化剤ガス(各々は同俔した水を運ぶ)を取り出すために典型的に用意する。

また、通常はスタックは、燃料電池の中で水素と酸素の発熱反応によって生じた熱を吸収するために、スタックの中の内部チャンネルに冷却用流体(典型的に水)を導くための供給マニホールド又は入口を含む。出口マニホールドは冷却水がスタックから出ることを可能にする。

燃料の活性成分として水素を、酸化剤の活性成分として酸素を使用する燃料電池において、燃料は実質的に純粋な水素として、又は水素を含む改質ガスとして、例えばメタノールと水の改質又は天然ガスの改質生成物として供給することができる。同様に、酸化剤は実質的に純粋な酸素又は酸素含有ガスとして供給することができる。

反応体は通常はスタックに入る前に湿らせ、乾燥して各々のセルのアノードとカソードを隔てる膜に損傷を与えないようにする。このような膜は一般にイオン輸送を行うために水の存在を必要とする。

典型的に燃料電池に選択の燃料と酸化剤を一定の圧力で流す。圧力は一般に反応体の供給源にて調節器で制御する。電気負荷を電極を接続する回路に置いた場合、負荷に流れる電流に直接比例して燃料と酸化剤が消費される。

スタックから出る各々の反応体の流れは、一般にそれを阻らせるための水を含む。スタックから出る酸化剤の流れは一般に燃料電池のカソードで発生した生成物の水を含む。燃料電池から出る反応体の流れの1つ又は両方から抜き出した過剰の水はセパレーター又は突き出しドラムに溜める。過剰の水はリサイクルして冷却液として使用することができ、或いは系から排出することができる。

燃料電池で使用する反応体の1つが実質的に純粋な水素又は酸素の場合、燃料電池のスタックから出る未消費の反応体は、廃棄物を最小限にするために再循環することができる。未消費の反応体から過剰の水を除去した後、再循環し、燃料電池スタックへの入口の上流で新しい反応体の流れと一緒にする。

反応体の1つがリホーメートや空気のように希薄な反応体の場合、燃料電池スタックを出る反応体の流れの未消費部分は、特に燃料の流れの場合、再循環することができる。ここで、特に希薄な反応体が空気の場合、燃料電池を一旦通過した後、希薄な反応体を廃棄することが多い。反応体の未消費部分の過剰な水は一般にセパレーターや突き出しドラムで除去し、次いで排出する。次いで反応体の流れの未消費部分は、大気へ放出する。

燃料電池の生成水と冷却液の流れと一緒にし、燃料電池スタック内で電気化学的に発生した生成水をスタックの温度を調節するために使用することは有益である。この点に関して、冷却液としての生成水の使用は、燃料電池で発生した水はそのものが適切な冷却媒体であるため、冷却媒体の別な外部の源を用意する必要がない。

次に、水素を実質的に完全に消費するまで再循環し、酸素は空気として希薄な形態で提供する特定の燃料電池系を考える。このような系の1つにおいて、酸素は燃料電池を1回通過した後、酸素含有量が実質的に無くなる前に排出する。このような系においては、反

応体の利用比を決めることが有益である。

ここで、酸素利用比は、単位時間あたりに燃料電池に送った酸素成分の量を、単位時間あたりに燃料電池で消費された酸素成分の量で割った値と定義する。より一般的に反応体の利用比を定義することができる。この比は、本明細書において、単位時間あたりに燃料電池入口に送った1つの反応体の活性成分の量を、単位時間あたりに燃料電池で消費されたその反応体の活性成分の量で割った値と定義する。

燃料電池に供給する反応体の全体の活性成分を抜き取るにおいて固有な非効率性を避けるために、各々の反応体の利用比は1.0よりかなり高いレベルに一般に維持する。燃料電池の代表的な酸素利用比は約1.2〜約3.0であり、好ましくは約1.7〜約2.2であり、最も好ましくは約2.0である。水素又は他の燃料を再循環して完全に消費する場合、酸素利用比は、水を生成する水素との反応で消費される酸素の化学量論量と比較して、供給される過剰酸素もまた表す。

燃料電池の電力発生装置の効率を改善する1つの方法は、選択の操作条件の燃料電池において、反応の利用比、特に酸素利用比を最適化することである。(本発明の範囲内において水素利用比を最適化することもできる。ここで、本発明によって運転するような例示の態様において、過剰な水素が存在し、酸素は限られた反応体である。これらの条件下では、本発明者らは、水素の利用比よりも酸素の利用比を調節しようとする)。

燃料電池の酸素利用比を最適化する1つの考察は、任意の与えられた時間における燃料電池の電力出力である。殆ど実際の装置において、燃料電池は、必要による多い又は少ない電力を提供することができるように可変の電力を有する必要がある。したがって、効

率を向上するために、燃料電池の瞬間的な電力出力にしたがって酸素利用比を最適化する要求がある。

燃料電池の酸素利用比を最適化するにおける複雑な因子は、変化する電気出力と燃料電池の運転条件下で燃料電池を運転するために必要な電気出力の量の変化である。動力は通常は燃料電池の電気出力から、燃料電池装置そのもののポンプ、制御装置、他の支援装置を運転するために転換される。この転換された動力は通常は「寄生動力(parasitic power)」と称され、本明細書でも以降はこのように称する。燃料電池に寄生動力が必要なことは、燃料電池の支援装置を運転するために必要な寄生動力を、燃料電池の総動力出力から差し引いて、燃料電池を動力とする主な負荷に供給するに有用な正味の動力を得なければならないため、全体の動力出力が減じられる。

燃料電池系を運転するために必要な寄生動力の量は、燃料電池の動力出力と他の運転条件の変化とともにかなり変化する。例えば、燃料電池が必要とする正味の動力出力の増加は、正味の動力の増加に見合う燃料電池から取り出さなければならない寄生動力の量もまた増加させることがある。したがって、総動力需要は正味の動力需要の増加よりも増えることがある。

高い正味動力出力の条件下で典型的なように、酸素利用比が高い場合、燃料電池から抜き取る寄生動力の量もまた同様に高い。このことは、燃料電池に入れる前に空気を圧縮する周囲空気を通気する燃料電池には特にあてはまる。周囲空気系における圧縮は、一般にコンプレッサーを全体で又は部分的に(即ち、フライホイール等によって行う)寄生動力で運転することによって行う。コンプレッサーの寄生動力の量は、圧縮した空気の圧力と質量流量に比例する。酸素利用比が高いと、圧縮された空気の多くは、特に不活性なその窒素成分は燃料電池に利用されない。

燃料電池の総動力出力の増加に必要な寄生動力の増加は、燃料電池の総動力出力の増加の目的をくつがえす程に大きいことがある。総動力出力の増加の殆どは、特定の運転条件下での寄生動力負荷の増加で失われる。

他方で、正味の動力需要が減少した又は小さい場合、燃料電池を運転するに必要な寄生動力負荷を減らす必要が対応して生じる。そうでなければ正味の動力需要が減少した又は小さい場合に燃料を浪費しないように燃料電池系をうまく適合させることができない。

当該技術におけるもう1つの問題は、負荷電流が変化するときであっても、どのようにして実質的に一定の出力電圧を有して燃料電池の動力発生系を提供するかである。多くの電気装置、特に直流から交流の電力に転換するインバーターは、効率的に運転し、電圧の変化が大きい場合の損傷を避けるために、実質的に一定な電圧を必要とする。しかしながら、図1のグラフで示すように、一定の圧力と温度で運転する燃料電池において、負荷(即ち、出力)電流が変化すると出力電圧も変化する可能性がある。このことは、出力電流の変化にもかかわらず一定の電圧を提供するような解決すべき問題の示している。

当該技術におけるもう1つの問題は、燃料電池の動力発生系における反応体ガスの質量流量と圧力を独立してかつ自動的に調節する仕方である。従来の系において、燃料電池と下流の装置は流れに対して固定した抵抗を有し(殆どは排出バルブ等を手動で調節して変えることができる)、燃料電池の上流で圧力と質量流量の両方を調節している。したがって、燃料電池内の反応体ガスの質量流量の自動調節に独立して燃料電池内の反応体ガスの圧力を自動的に変えることは実施不可能であった。以降で明らかにする理由により、燃料電池が電力出力における変化に最適に反応できるように、これらの

変数を独立かつ自動的に制御することがしばしば望まれる。

したがって、本発明の目的は、種々の運転条件下の燃料電池において反応体の利用率を最適化することである。

本発明のもう一つの目的は、負荷電流が変化するときであっても、実質的に一定の出力電圧を有する燃料電池の動力発生系を提供することである。

本発明のさらにもう一つの目的は、実質的に一定な出力電圧を維持するために燃料電池内の反応体ガスの圧力を制御することである。

本発明のもう一つの目的は、実質的に一定な出力電圧を維持するために、燃料電池内の温度を制御することである。

本発明のさらにもう一つの目的は、特に系を低い正味動力需要レベルで運転するとき、電力発生系に基づく燃料電池の寄生動力排出を最小限にすることである。

本発明のさらにもう一つの目的は、少なくとも一つの燃料電池を含む電力発生系において、反応体ガスの圧力と質量流量を同時に調節することである。

上記の1以上の目的、又は本発明の考察から明らかになるであろう1以上の目的は、本明細書に記載の本発明によって満足される。

#### 発明の要旨

本発明の1つの面は、燃料電池内の反応体の少なくとも1種の利用度を調節する方法である。燃料電池の1つの考慮されたタイプにおいて、反応体ガスは酸化剤ガスと燃料ガスである。酸化剤ガスはその反応体成分として酸素を含み、所望により不活性成分として空気の他の成分を含む。燃料ガスは反応体成分として水素を含み、所望により不活性成分としてリホーメート（例、天然ガスリホーメート、メタノールリホーメート、これらの組み合わせ）の他の成分を

によって駆動するコンプレッサーにより、燃料電池に反応体ガスを供給する。

この方法は、コンプレッサーを駆動するために電力出力から取り出す寄生動力の量を変化させることにより、燃料電池内の反応体の利用比と圧力を一定に維持しながら、燃料電池の出力電流が変化しており、質量流量を変化させると決めることにより行う。従属的に、燃料電池の出力電流の変化に対応するために燃料電池内の利用比を実質的に一定に維持しながら、圧力と質量流量の両方を変えることができる。或いは、反応体の圧力、質量流量、及び利用比を、燃料電池の出力電流の変化に対応して変えることもできる。

本発明のさらにもう一つの面は、上記の方法を実施するために特別に構成した装置である。

本発明のさらにもう一つの面は、少なくとも1つ燃料電池を含む電力発生系において、反応体ガスの圧力と質量流量の両方を同時に調節するための装置である。この調節機構は、燃料電池への反応体インプットで所定の圧力に反応体ガスを維持するための装置、燃料電池の電流を測定するための装置と燃料電池の反応体インプットで反応体ガスの質量流量を測定するための装置、及び必要な質量流量を維持するために、燃料電池電流と反応体インプットで測定した質量流量に対応して燃料電池の反応体アウトプットで反応体ガスの質量流量を調節するための装置を含む。

#### 図面の簡単な説明

図1は燃料電池の電流と電圧のプロットである。2つのプロットは異なる温度と圧力条件下での運転にそれぞれ対応する。

図2は本発明による燃料電池系の略図の流れ図である。

図3は、図2の装置に空気を供給するための本発明による空気供

給を含む。燃料電池は各々の反応体ガスのインプットとアウトプットを有する。

この方法は、反応体ガスを反応体インプットに供給し、燃料電池についての反応体の利用比を選択する過程を含む。この比は、単位時間あたりに燃料電池に送られた反応体の量を、単位時間あたり燃料電池で消費された反応体の量で割った値として定義される。反応体の消費は一般に、燃料電池の出力電流に直接比例する。反応体ガスの質量流量は、選択の反応体の利用比を提供するように定める。

反応体ガスの実際の質量流量は、燃料電池の反応体ガスのインプットで測定する。反応体ガスの質量流量は、燃料電池の反応体ガスのアウトプットで流量制御バルブによって調節する。燃料電池の出力電流に第1にตอบสนองし、第2に反応体ガスのインプットで測定された質量流量にตอบสนองする流量計算器が流量制御バルブを動作させる。この調節が、所望の反応体の利用比を提供するに適切であると定めた反応体ガスの質量流量を維持する。

本発明のもう一つの面は、電力発生系に基づく燃料電池において、出力電流の変化にかかわらず実質的に一定な出力電圧を提供する方法である。この系は、反応体ガスのインプットと、電圧と電流によって特徴づけられる電気出力を含む。この方法は、燃料電池の規定出力電圧を選択する過程、及び燃料電池の電気出力の電圧と電流の電流を少なくとも周期的に（通常の実施では連続的に）測定する過程を含む。燃料電池内の反応体ガスの圧力と電圧の温度を、電気出力の電圧にตอบสนองして、また電流の電流にตอบสนองして調節し、規定の電圧を実質的に維持する。

本発明の付加的な面は、電力発生系における寄生動力ドレンを最小限にする方法である。系は、変化できる電力出力容量を有する少なくとも1つの燃料電池を含む。燃料電池から取り出した寄生動力

給によって駆動するコンプレッサーの略図の流れ図である。

図4は、図2と3の燃料電池系を調節するために使用する制御論理を示すフロー図である。

#### 本発明の詳細な説明

本発明を1以上の好ましい態様に関して説明するが、本発明はこれらの態様に制限されるものではないと理解すべきである。それとは逆に、本発明には、添付の請求の範囲の思想と範囲に含むことができる全ての変更、改良、均等が含まれる。

最初に図2に関して、電力発生系200を基礎にする集積燃料電池は燃料電池スタック10を含む。燃料電池スタック10は、それぞれ負極と正極のブスプレート22と24を含み、それに可変負荷152と負荷スイッチ154を含む回路を電気的に接続する。燃料電池スタック10の他に、空気系は、燃料（水素）回路、酸化剤（酸素含有空気）回路、水回路を含む。燃料電池スタック10は1991年3月15日出願の米国特許出願第07/670245号（図1〜5と関係の明細書）により完全に記載されており、この特許出願はその全体が本願でも参考にして含まれる。

図2に示す系200の燃料電池は、入口フィルター301とそれに関連の燃料供給ライン114を有する。加圧された実質的に純粋な水素供給112を含む。供給112から燃料インプット118を通る燃料の流れを可能にするため、通常は3方バルブ118を設置する。或いは、バルブ116をシフトし、水素供給を分離し、マフラー302を経由して燃料回路をガス抜きすることもできる。燃料の流れは、先に引用した米国特許出願第07/670245号に記載のように、スタック10の給湿部で給湿し、スタック10の活性部における燃料の電気的触媒酸化に関係する。給湿した燃料の出口の流れ120は燃料電池スタック10

を出て水セパレーター126に送られ、ここで流れ120から典型的に凝縮によって水分を除去し、除去した水は溜128に溜める。除去した水は、周期的に溜128から水ドレンバルブ130、チェックバルブ132、ドレンライン134を通過して排出される。バルブ130は溜128の水が所定の深さを越えたときに排出することを許容する。バルブ130は典型的に溜128の必須成分である。

図2に示すように、水セパレーター126を出た除湿した燃料の流れは、戻りライン142と150、脱イオンフィルター122、チェックバルブ151を通過して燃料入口流れ118に再循環する。流れの中に蓄積した汚れを排出するために、ライン144を経てライン142の除湿した燃料の流れを周期的な間隔でバージする。このバージはバージ146の作動によって行い、ライン148とマフラー303を通して除湿した燃料の流れを大気へ放出する。ライン142の除湿した燃料の流れはスタートアップの際に、(1)スタック10の燃料の流れチャンネルから余剰の水を排出ため、(2)ポンプ140をアンロードしてポンプの作動を容易にするためにバージする。

系200の酸化剤回路は、入口フィルター326を経て入口ライン164に導く酸化剤供給ライン163を有する加圧空気供給の形態の酸化剤ガス源162を含む。図2の例示の態様において、酸化剤ガス源162からの空気は約20%の酸素を含み、このため源162は希薄な反応体源と考えることができる。源162からライン168の酸化剤の流れをオンオフバルブ166が操作する。質量流量変換器358がライン168の酸化剤の質量流量をモニターする。酸化剤入口流れはライン168を経て燃料電池スタック10に入り、ここで酸化剤の流れは、先に引用した米国特許出願第07/670245に記載のように給湿部で給湿され、次いでスタック10の活性部で燃料の電気的触媒酸化に参加する。燃料電池スタック10を出た酸化剤出口流れ170は、未反応ガスの他に

給湿水と、同伴の生成水を含む。燃料電池スタック10の出口のすぐ下流で酸化剤の出口流れ170の湿度を熱電対で測定し、下記のようにして、冷却液熱交換器に関係する空気循環装置を作動させる。

燃料電池スタック10を出た給湿した酸化剤の流れ170は、図2に示すように、最初の水セパレーター174に導く。水セパレーター174は、吸収され同伴する水を流れ170から除去する。適切なセパレーターは、ハウゼンガラス繊維とウール成分を含む合着フィルターであり、燃料ガスが通過しながらその上に水蒸気が容易に凝縮する。除去した水は流れ制御ニードルバルブ304、ライン305、ライン124を通過して溜178に溜まる。余剰の水は水ドレンライン134を通過して溜178から排出する。

セパレーター174を出た酸化剤ガスはライン308を経て熱交換器307を通り、熱交換器307は酸化剤ガスを冷却し、スタック10を出た冷却水に熱を移動する(以降でさらに説明する)。酸化剤ガスが冷えるとき水蒸気を含有する能力が低下する。次いで酸化剤ガスはライン310を経て2番目の合着フィルター308を通る。フィルター308は付加的な水を除去し、この水は流れ制御ニードルバルブ309、ライン124を通過して溜178に溜まる。

例示の態様の酸化剤は希薄な反応体であるため、この態様においては再循環しない。その代わりに、除湿した酸化剤の流れ178を、可変オリフィス制御バルブ180とマフラーライン182を通して大気へ放出する。バルブ180は系200からの酸化剤の流量を増やす又は減らすために開く又は閉じる。

酸化剤として實質的に純粋な酸素を使用する態様においては、前記の除湿した燃料の流れ138の再循環と同様な仕方で除湿した酸化剤の流れ178を再循環できることが理解されるであろう。

系200の冷却液回路は、給湿した酸化剤の流れ170から除去して

溜178に溜めた水からその冷却流体を取り出す。図2に示すように、冷却液の流れ192は溜178を出て、並列の熱交換器210と312、制御バルブ206、チェックバルブ208、及び空気循環装置222を含む熱交換器アセンブリに水循環ポンプによってポンプ輸送される。空気循環装置222は好ましくは1以上のファンである。定常状態の運転の間、熱交換器210と312を通して冷却水の流れ314を導くためにバルブ206を開け、熱交換器で冷却水の流れ314は別の冷却用流体、好ましくは空気に熱を伝え、冷却されたチルド水の流れ196を得る。

熱交換器210と312は並列に配置して流れ抵抗を下げ、バルブ206が開いておればバルブ208を経てバイパスするのではなく、熱交換器に冷却水が流れるようにする。空気循環装置222は、スタック10を出る給湿した酸化剤の流れの熱電対172で測定した湿度が所定の値を超えたときに作動する。スタートアップの際、又は冷却水が所望の湿度又はそれより低いその他の場合は、バルブ206を閉め、實質的に流れ314から熱を取らずに熱交換器210をバイパスし、冷却水の流れ314をバルブ208を経てチルド水の流れ196に流れを渡える。

図2に示すように、チルド水の流れ196は、脱イオンフィルター198、ライン316、フロースイッチ318、ライン320、水ヒーター322を通り、スタック10の水入口202へ流れる。(フロースイッチ318は、ライン316からライン320に水が流れていない場合に燃料電池系200を運転停止する。)

水ヒーター322は、主としてヒートアップのときに運転温度までスタック10を迅速に昇温する、第2に別なときにスタックを最低限の運転温度に維持するために作動する電気加熱ヒーターを含む。スタック10を出た水は、ライン204、熱交換器307、ライン374を

経て溜176に流れる。

次に図3を参照して、好ましい酸化剤ガス源162(図2ではブロックで示した)を詳細に説明する。源162は、空気フィルター328によって異物の混入を防いだ入口324を含む。空気フィルター328はコンプレッサー330に通じ、コンプレッサーは、ここではモーター332で駆動する可変速度の一定排出量のコンプレッサーである。モーターはモーター速度調節器334で制御する。モーター速度、したがって空気質量流量、及び圧力は、以降でより詳しく説明する目的により、圧力調節器345で制御する。

圧縮空気はコンプレッサー330を出て、ライン338を経由し、レシーバー338に入る。本発明の1つの態様において、酸化剤ガス源162によって提供された圧力は、溜338からライン163へのアウトプットを調節するよりも、圧力調節器345の整定値を変化することによって変える。圧力調節器345は、圧力変換器344からの信号343に応答する閉ループの方法で、モーター速度調節器334への命令信号347によって整定圧力を維持する。モーター速度の変化は空気流量を変化させ、これは圧力が変化するメカニズムでもある。この態様を用いると、溜338は容量が極めて適度であることができ、實質的に供給圧力に維持される。この態様において、溜338の主な目的は圧縮空気の充分な貯蔵ではなく、コンプレッサー330の出力圧力の瞬間的変動や、燃料電池系の需要の変動を和らげることである。

レシーバー圧力は、ライン339、圧力変換器344に通じる緩衝タンク342、及びマフラー350の排出ライン348を経由する空気の放出を制御する圧力リリーフバルブ346を含む圧力リリーフ経路によって制約される。圧力リリーフバルブ346は、整定値以上にレシーバー338の圧力が上がることを防ぐことが必要なときに開く。運転を止める前に空気ラインをバージすべき場合、圧力調節器345か

らの信号によってバルブ354を開け、レシーバー338の内容物を、ライン358、348、次いでマフラー350を経てバージすることが出来る。

次に図4に関して、好ましい態様の制御論理を略図で示す。スタック10を通る酸化剤ガスの必要な質量流量、したがって変換器358を通る質量流量をフロー計算器340で求める。フロー計算器340は第1に電流変換器362からの電流信号381に应答し、第2に質量流量変換器358からの質量流量信号383に应答する。

酸素利用比の計算器341が、燃料電池の最適な運転に適切な酸素利用比を計算し、この情報を信号387によってフロー計算器340に送る。最適な酸素利用比(OUR)は、代表的な条件下で運転する燃料電池を構成し、次いで最適な条件が得られるまでOURを自動的に調節することにより、考慮された運転条件の全範囲について実験的に決めることができる。最適条件の1つの判断基準は、唯一の判断基準を意味するものではないが、燃料電池の所与の正味出力動力における最小の寄生動力レベルである。(正味の出力動力は燃料電池の総出力動力から寄生動力を差し引いた動力。)

所望の質量流量は、フロー計算器340が所望の質量流量が得られたと判定するまでフロー制御バルブ180のオリフィス径を変化させることによって実現され、維持される。その後の所望の質量流量からの全ての偏差は質量流量変換器358で同様に検出され、フロー制御バルブ180への命令信号389により、フロー計算器340によって修正される。

また、図4に示す装置は、スタック10の電気出力の電圧と電流を検出するための電圧電位384と電流の変換器362(両方とも図2に示した)を含む。これらのインプットは、種々のアウトプット又は負荷電流について、一定の値にスタックの電圧を調節するために必要

な情報を提供するために使用する。

再び図1に関して、スタックの電圧を調節することを可能にする原理を示してある。曲線366は、酸化剤ガスが15 p.s.i.g.で水素供給も15 p.s.i.g.のときのスタック電圧とスタック電流の関係を示す。また、曲線366は65℃の酸化剤出力温度と2.0の酸素利用比において得た。電流が増加すると電圧は減少する(調節していない任意の動力供給について期待されるように)。曲線368は30 p.s.i.g.の水素圧力と酸化剤ガス圧力、70℃の温度、及び2.0の酸素利用比での燃料電池の運転を示す。

曲線366の条件下で、約125アンペアの負荷電流を約35ボルトの電圧で供給することができる。何らかの理由で電流が約175アンペアに増加し、他の全ての条件は同じに維持された場合、電圧は約32ボルトに降下するであろう。ここで、空気と水素の圧力を30 p.s.i.g.に、温度を70℃に(プロット368の条件)に上げることによって負荷の変化に系が応答するならば、負荷の変化や燃料電池10の電流にかかわらず、そこで電圧は35ボルトに維持されるであろう。

圧力は、50アンペアよりかなり小さい又はやや大きい電流の変化に应答して、15 p.s.i.g.よりかなり小さく又はやや大きい増加で変化し、条件の細かい制御又は広い範囲の制御を達成することができる。しかし、操作の原理は同じである。

図4に戻って、前記に説明した原理をスタック10の電圧を調節するために使用することができる。電圧計364が燃料電池10の実際の電圧を測定し、この情報を計算器370に送り、計算器はデータを貯蔵して所望のスタック電圧を指示し、計算器370は第2のインプットとして電流変換器362から実際のスタック電流を受信する。計算器370は選択の電圧を達成するために必要なスタック圧力を決める。

このスタック圧力は制御信号385によって空気源162に伝達し、水素供給112の対応する構造に伝達する。これらの供給源は所望の圧力をスタック10に提供するように調節される。(この態様において、水素供給112は充填された水素であり、そのアウトプット圧力は通常の調節器で制御される。)

同様に、スタックの温度は、第1に燃料電池の電圧の変化に应答して、第2に電流の変化に应答して、燃料電池の電圧を調節するために変化させることができる。

スタックの温度は、通常は望ましくは圧力変化に应答して、一部はガス供給の湿度を燃料電池の運転に適切なレベルに維持するために変化させる。その結果、信号391によって伝達される圧力の整定値は温度計算器372に伝達され、これが所望のスタック温度整定値を決める。温度計算器372と熱電対172を含む温度制御ループは、熱交換器210と312を通る又はその周りの冷却水を通すバルブ208の操作を制御する。或いは、またはこれに加えて、冷却を増強するためにファン222を運転し、又は冷却を減らすために停止し、或いは熱交換器210と312の冷却の程度の変化に合わせてファンの速度を調節することもできる。このようにして、所望のスタック温度を達成・維持することができる。

図3と4に関して、本発明のさらにもう1つの面は、スタックを低い又は少ない負荷で運転するときの空気源162のコンプレッサーモーター332に取られる寄生動力を低下する方法である。モーター332を全負荷又は無負荷の仕方では運転することは一般的であり、即ち、充分な大きさのレシーバー338の圧力を迅速に供給するか、又はレシーバー338の圧力が適当なときは停止する。この前記の空気加圧の機構を、スタック電圧を調節するために酸化剤ガスの圧力を増減する本発明と組み合わせる場合、非常に高い瞬間的寄生負荷と

激しいスタック電圧の過渡現象とすれば、モーター332は時間の一部で系の充分な動力を引き出すであろう。

本発明にしたがうと、モーター332の寄生負荷は連続的であるができるだけ小さく、この理由は、負荷電流が低い場合、レシーバー338の所定の圧力としたがってスタック10の圧力を維持しながら、モーター332の速度と動力の取り出しとしたがってコンプレッサーの速度と動力の取り出しを、反応体質量流量を下げるように低下するためである。このように、低い動力の抜き出しにおいて系をより効率的に運転することができる。

間欠的に運転する代わりにモーター332の速度を制御することは、この他の長所もまた有する。例えば、モーター332の速度に割合に小さい変化を与えようとする場合、通常のオンオフの場合と同様に容易に系を制御することができる。モーター332が最初はオフであって、次にスイッチをオンにする場合、燃料電池系から大きなスタート用電気負荷が寄生動力として取り出され、このため寄生負荷が瞬間的に激しく増加し、系を不都合に混乱させる。作動しながらのモーター332の速度の小さな変化はスタート用負荷を生じず、このため制御が酸化剤圧力に及んでも、寄生動力の取り出しは急激に変化しない。

圧力制御のためにモーター332を直接制御することの付随的利点は、レシーバー338がもはや主として圧力ヘッドを蓄えるのではなく、単に圧力変動を緩和することである。したがって、かなり小さなレシーバー338で良いため、空間、重量、装置コストの節約になる。

本発明のもう1つの特徴は、スタック10の酸化剤ガスインプットにおける質量流量変換器358のアウトプット信号、レシーバー338から伝達した圧力、スタック10の下流のアウトプットライン178に



おける可変フローバルブ180は、スタック10を通る酸化剤ガスの質量流量と圧力を独立して変えるために調整することができる。

酸化剤ガスの流量をその圧力を高めずに増加すべき場合、変換器358が所望の質量流量が得られたことを検出するまで流量可変バルブ180を開ける。質量流量の未補償の増加は圧力の低下によって達成されるであろうが、同時にレシーバー338内の圧力を変換器344でモニターする。

全ての圧力低下の方向への傾向は、レシーバー338内の整定圧力をもとに戻すに充分なモーター332の速度の増加によって適合することができる。これがセンサー358によって質量流量を再び若干変化させる範囲まで、バルブ180は第2の相互作用において変換器358によって流量をもとに戻そうとする。

系が正しく構成されている場合、圧力制御と質量流量制御の連続的な混乱は次第に小さくなり、新しい質量流量と新しい圧力の新しい運転状態を較速に達成することができる。

アナログの方法において、モーター332の速度変化に由来する圧力変化、又はレシーバー338の中のこの他の圧力変化は質量流量を変化させずに行うことができる(例外として、圧力変化に由来する質量流量の小さな一時的混乱を除く)。圧力と質量流量の独立した調整は、燃料電池の変化する電流負荷を調節するために、燃料電池の電圧の調整と酸素利用比独立した変化を可能にする。

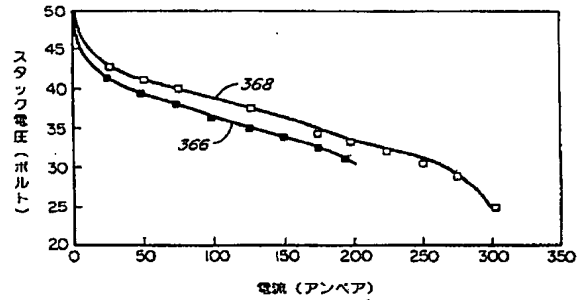


FIG. 1

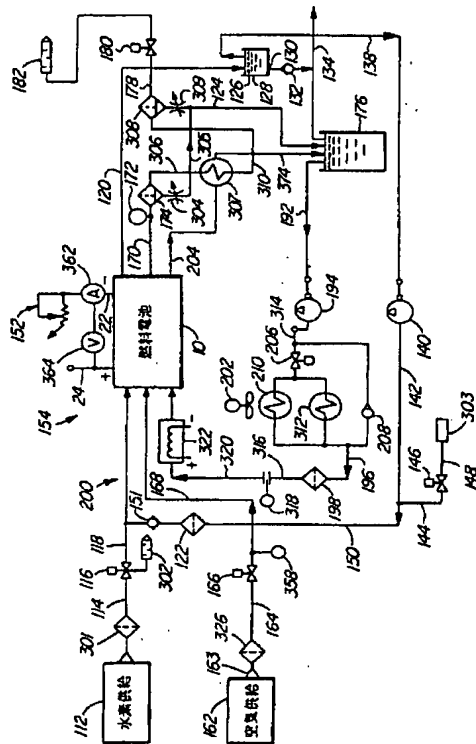
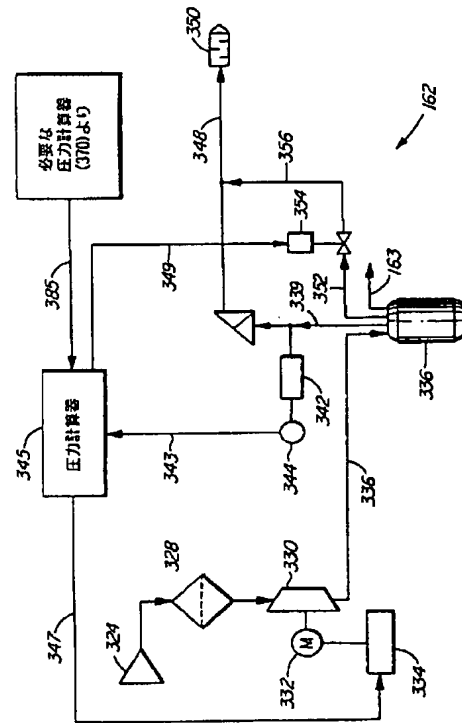


FIG. 2



平成6年9月13日

特許庁長官 高 島 孝 殿

1 特許出願の表示

PCT/CA93/00091

2 発明の名称

改良された反応体供給と制御系を備えた一定電圧の燃料電池

3 特許出願人

住 所 カナダ国、ブリティッシュ コロンビア ブイ7ビー  
3エヌ4、ノースバンクーバー、ユニット

107、ウェストファーストストリート980

名 称 バラードパワーシステムズ  
インコーポレイティド

4 代理人

住 所 千105 東京都港区虎ノ門一丁目8番10号

静光虎ノ門ビル 青和特許法律事務所

電話 (3504)0721

氏 名 弁護士 (7751) 石 田 敏

5 補正書の提出年月日

1994年4月15日

6 添付書類の目録

補正書の翻訳文



1 通

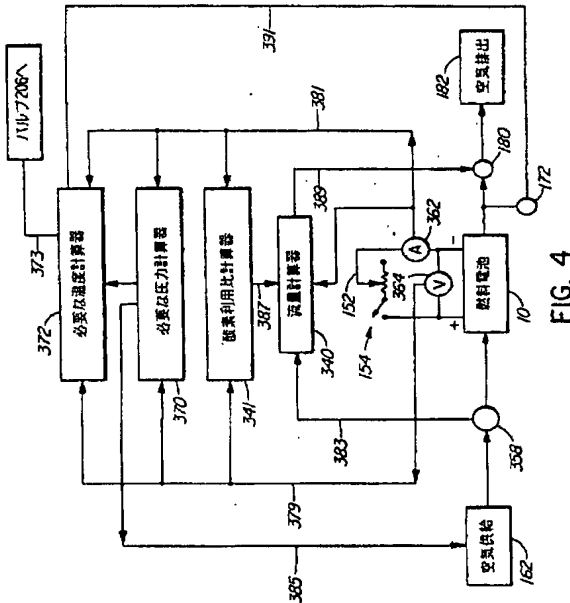


FIG. 4

# 本発明の詳細な説明

本発明を1以上の好ましい態様に関して説明するが、本発明はこれらの態様に制限されるものではないと理解すべきである。それとは逆に、本発明には、添付の請求の範囲の思想と範囲に含むことができる全ての変更、改良、均等が含まれる。

最初に図2に関して、電力発生系200を基礎にする集積燃料電池は燃料電池スタック10を含む。燃料電池スタック10は、それぞれ負極と正極のブスプレート22と24を含み、それに可変負荷152と負荷スイッチ154を含む回路を電気的に接続する。燃料電池スタック10の他に、集積系は、燃料（水素）回路、酸化剤（酸素含有空気）回路、水回路を含む。

図2に示す系200の燃料電池は、入口フィルター301とそれに関連の燃料供給ライン114を有する、加圧された実質的に純粋な水素供給112を含む。供給112から燃料インポート118を通る燃料の流れを可能にするため、通常は3方バルブ116を設置する。或いは、バルブ116をシフトし、水素供給を分離し、マフラー302を経由して燃料回路をガス抜きすることもできる。燃料の流れは、スタック10の給湿部で給湿し、スタック10の活性部における燃料の電気的触媒酸化に関係する。給湿した燃料の出口の流れ120は燃料電池スタック10を出て水セパレーター126に送られ、ここで流れ120から典型的に凝縮によって水分を除去し、除去した水は溜128に溜める。除去した水は、周期的に溜128から水ドレンバルブ130、チェックバルブ132、ドレンライン134を通して排出される。バルブ130は溜128の水が所定の深さを超えたときに排出することを許容する。バルブ130は典型的に溜128の必須成分である。

系200の酸化剤回路は、入口フィルター328を経て入口ライン164に導く酸化剤供給ライン163を有する加圧空気供給の形態の酸化剤ガス源162を含む。図2の例示の態様において、酸化剤ガス源162からの空気は約20%の酸素を含み、このため源162は希薄な反応体源と考えることができる。源162からライン168の酸化剤の流れをオンオフバルブ166が操作する。質量流量変換器358がライン168の酸化剤の質量流量をモニターする。酸化剤入口流れはライン168を経て燃料電池スタック10に入り、ここで酸化剤の流れは、給湿部で給湿され、次いでスタック10の活性部で燃料の電気的触媒酸化に参加する。燃料電池スタック10を出た酸化剤出口流れ170は、未反応ガスの他に給湿水と、同様の生成水を含む。燃料電池スタック10の出口のすぐ下流で酸化剤の出口流れ170の温度を熱電対で測定し、下記のようにして、冷却熱交換器に関係する空気循環装置を動作させる。

燃料電池スタック10を出た給湿した酸化剤の流れ170は、図2に示すように、最初の水セパレーター174に導く。水セパレーター174は、吸収され同様の水を流れ170から除去する。適切なセパレーターは、ホウ珪酸ガラス繊維とウール成分を含む合着フィルターであり、燃料ガスが通過しながらその上に水蒸気が容易に凝縮する。除去した水は流れ制御ニードルバルブ304、ライン305、ライン124を通過して溜176に溜まる。余剰の水は水ドレンライン134を通過して溜176から排出する。

セパレーター174を出た酸化剤ガスはライン308を経て熱交換器307を通り、熱交換器307は酸化剤ガスを冷却し、スタック10を出た冷却水に熱を移動する（以降でさらに説明する）。酸化剤ガスが冷えると水蒸気を含有する能力が低下する。次いで酸化剤ガスはライン310を経て2番目の合着フィルター308を通過。フィルター308

は付加的な水を除去し、この水は流れ制御ニードルバルブ309、ライン124 を通って溜176 に溜まる。

所望の質量流量は、フロー計算器340 が所望の質量流量が得られてと測定するまでフロー制御バルブ180 のオリフィス径を変化させることによって実現され、維持される。その後の所望の質量流量からの全ての偏差は質量流量変換器358 で同様に検出され、フロー制御バルブ180 への命令信号389 により、フロー計算器340 によって修正される。

また、図4 に示す装置は、スタック10の電気出力の電圧と電流を検出するための電圧電位364 と電流の変換器362(両方とも図2 に示した)を含む。これらのインプットは、種々のアウトプット又は負荷電流について、一定の値にスタックの電圧を調節するために必要な情報を提供するために使用する。

再び図1 に関して、スタックの電圧を調節することを可能にする原理を示してある。曲線366 は、酸化剤ガスが103、42 kPa (ゲージ) (15 p.s.i.g.) で水素供給も103、42 kPa (ゲージ) (15 p.s.i.g.) のときのスタック電圧とスタック電流の関係を示す。また、曲線366 は85℃の酸化剤出力温度と2.0の酸素利用比において得た。電流が増加すると電圧は減少する(調節していない任意の動力供給について期待されるように)。曲線368 は206、84 kPa (ゲージ) (30 p.s.i.g.) の水素圧力と酸化剤ガス圧力、70℃の温度、及び2.0の酸素利用比での燃料電池の運転を示す。

曲線366 の条件下で、約125アンペアの負荷電流を約35ボルトの電圧で供給することができる。何らかの理由で電流が約175アンペアに増加し、他の全ての条件は同じに維持された場合、電圧は約32ボルトに低下するであろう。ここで、空気と水素の圧力を206、84 kPa (ゲージ) (30 p.s.i.g.) に、温度を70℃に(プロット368 の条件)に上げることによって負荷の変化に系が

応答するならば、負荷の変化や燃料電池10の電流にかかわらず、そこで電圧は35ボルトに維持されるであろう。

圧力は、50アンペアよりかなり小さい又はやや大きい電流の変化に responding、103、42 kPa (15 p.s.i.g.) よりかなり小さく又はやや大きい増加で変化し、条件の細かい制御又は広い範囲の制御を達成することができる。しかし、操作原理は同じである。

図4に戻って、前記に説明した原理をスタック10の電圧を調節するために使用することができる。電圧計364 が燃料電池10の実際の電圧を測定し、この情報を計算器370 に送り、計算器はデータを貯蔵して所望のスタック電圧を指示し、計算器370 は第2のインプットとして電流変換器362 から実際のスタック電流を受信する。計算器370 は選択の電圧を達成するために必要なスタック圧力を決める。このスタック圧力は制御信号385 によって空気源162 に伝達し、水素供給112 の対応する構造に伝達する。これらの供給源は所望の圧力をスタック10に提供するように調節される。(この態様において、水素供給112 は充填された水素であり、そのアウトプット圧力は通常の調節器で制御される。)

同様に、スタックの温度は、第1に燃料電池の電圧の変化に responding、第2に電流の変化に responding、燃料電池の電圧を調節するために変化させることができる。

スタックの温度は、通常は望ましくは圧力変化に responding、一部はガス供給の温度を燃料電池の運転に適切なレベルに維持するために変化させる。その結果、信号391 によって伝達される圧力の整定値は温度計算器372 に伝達され、これが所望のスタック温度整定値を決める。温度計算器372 と熱電対172 を含む温度制御ループは、熱交換器210 と312 を通る又はその周りの冷却水を通すバルブ206 の操作を制御する。或いは、またはこれに加えて、冷却を増強する

ためにファン222 を運転し、又は冷却を減らすために停止し、或いは熱交換器210 と312 の冷却の程度の変化に合わせてファンの速度を調節することもできる。このようにして、所望のスタック温度を達成・維持することができる。



## 国際調査報告

CA 9300091  
SA 72349

This report lists the patent family members relating to the patent application filed in the above-mentioned international search report.  
The numbers are as reported to the European Patent Office (EPO) by the  
The European Patent Office is to be used solely for these numbers which are merely given for the purpose of information. 08/07/93

Patent documents also in search report	Publication date	Patent family members	Publication date
EP-A-0293007	10-11-88	US-A- 4729930 DE-A- 3877824 JP-A- 63316077	08-03-88 11-02-92 26-12-88
US-A-3268364		None	
FR-A-1439600		BE-A- 866623 CH-A- 454975 DE-A- 1496303 GB-A- 1061499 US-A- 3378972	03-11-65 14-05-69

EPO Patent No.

For more details about this report, see Official Journal of the European Patent Office, No. 13/92

## フロントページの続き

(81) 指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, M C, NL, PT, SE); OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, SN, TD, TG); AT, AU, BB, BG, BR, CA, CH, CZ, DE, DK, ES, FI, GB, HU, JP, K P, KR, LK, LU, MG, MN, MW, NL, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SK, UA

(72) 発明者 プレア, ジェームス ディー.  
カナダ国, プリティッシュ コロンビア  
ブイ5エイチ 2ゼット3, パーナビー,  
テルフォード アベニュー 201-6615